

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS


PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

REC'D 05 MAY 2006

WIPO PCT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 32017.YXS.PC	WEITERES VORGEHEN siehe Formblatt PCT/PEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2005/002990	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21.03.2005	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 19.03.2004
Internationale Patentklassifikation (IPC) oder nationale Klassifikation und IPC INV. H01J35/18 H01J35/00		
Anmelder YXLON INTERNATIONAL SECURITY GMBH et al.		
<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 11 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</p> <p><input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</p> <p>b. <input type="checkbox"/> (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enhalten, nur in elektronischer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p>		
<p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Berichts</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</p>		
Datum der Einreichung des Antrags 17.10.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 04.05.2006	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Gols, J Tel. +49 89 2399-2616	



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/002990

Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bescheid auf

- ☒ der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde.
- ☐ einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
 - ☐ internationale Recherche (nach Regeln 12.3 a) und 23.1 b))
 - ☐ Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4 a))
 - ☐ internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 a) und/oder 55.3 a))

2. Hinsichtlich der **Bestandteile*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf *(Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt)*:

Beschreibung, Seiten

1-8 eingegangen am 24.03.2006 mit Schreiben vom 24.03.2006

Ansprüche, Nr.

1-9 eingegangen am 24.03.2006 mit Schreiben vom 24.03.2006

Zeichnungen, Blätter

1/1 eingegangen am 04.11.2005 mit Schreiben vom 04.11.2005

- ☐ einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. ☐ Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☐ Ansprüche: Nr.
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

4. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigelegten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☐ Ansprüche: Nr.
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/002990

Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-9
	Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ja: Ansprüche 1-9
	Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ja: Ansprüche: 1-9
	Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

siehe Beiblatt

Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

V

1. Anspruch 1:

Technisches Gebiet: Elektronenfenster für eine Flüssigmetallanode.

Stand der Technik: X-Dokument WO-A-03 077 277 (D1) offenbart ein Elektronenfenster für eine Flüssigmetallanode in der Form einer Membran, die Erhebungen und Vertiefungen aufweist, wobei es eine Prägestruktur aufweist und sowohl die Erhebungen als auch die Vertiefungen Teilflächen sind, die über Verbindungsflanken miteinander verbunden sind. Y-Dokument GB-A-2 288 272 (D3) offenbart ein Elektronenfenster in Form einer Membran, welche eine hexagonale Struktur aufweist. Die Struktur weist hexagonale Vertiefungen oder Teilflächen auf, die über Verbindungsflanken oder Rippen miteinander verbunden sind. Die verbleibenden Dokumente offenbaren keine weiteren relevanten Informationen.

Aufgabe: Die Bereitstellung eines leicht herstellbaren und abkühlbaren Elektronenfensters.

Lösung: In dem Elektronenfenster mit dem Prägestruktur gemäß Anspruch 1 sind die Verbindungsflanken schräg oder rechtwinklig zur Flussrichtung des Flüssigmetalls ausgebildet.

Erfinderische Tätigkeit: Den vorliegenden Dokumenten sind weder die gestellte Aufgabe noch die Lösung zu entnehmen. Das WO-Dokument offenbart, daß die Verbindungsflanken parallel zur Flussrichtung des Flüssigmetalls ausgerichtet sind. Das GB-Dokument enthält keinen Hinweis auf ein Elektronenfenster, welche für eine Flüssigmetallanode geeignet wäre. Ebenfalls offenbaren diese Dokumente nicht, daß das Elektronenfenster eine Prägestruktur aufweist, bei welcher Erhebungen und Vertiefungen über Verbindungsflanken mit einander verbunden sind. Da im Elektronenfenster mit dem Prägestruktur gemäß Anspruch 1 die Verbindungsflanken schräg oder rechtwinklig zur Flussrichtung des Flüssigmetalls ausgebildet sind, entsteht eine turbulente Strömung an den Verbindungsflanken. Dies bewirkt eine verbesserte Abkühlung des Fensters durch das Flüssigmetall. Desweiteren kann das Fenster einfach bereitgestellt werden, da es mittels eines Prägevorgangs herstellbar ist. Dies wird von den vorliegenden Dokumenten nicht nahegelegt. Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist daher neu und beruht auf einer erfinderischen Tätigkeit. Der Anspruch erfüllt somit die Erfordernisse des Artikels 33(2)-(4) PCT.

2. Ansprüche 2 - 8:

Diese Ansprüche betreffen Ausführungsarten der Erfindung, wie sie im Anspruch 1 definiert sind, und erfüllen als solche ebenfalls die Erfordernisse des Artikels 33(2)-(4) PCT.

3. Anspruch 9:

Dieser Anspruch betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Röntgenstrahlers mit einem Elektronenfenster gemäß Anspruch 1. Anspruch 9 erfüllt somit ebenfalls die Erfordernisse des Artikels 33(2)-(4) PCT.

VII

1. Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1 und D3 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.

VIII

1. Das Elektronenfenster sollte Merkmalen enthalten, welche die Flussrichtung des Flüssigmetalls definieren, da daß Flüssigmetall kein Teil des beanspruchten Gegenstands bildet. (Artikel 6 PCT)

Elektronenfenster für eine Flüssigmetallanode, Flüssigmetall-
anode, Röntgenstrahler und Verfahren zum Betrieb eines sol-
chen Röntgenstrahlers

5

Die Erfindung befasst sich mit einem Elektronenfenster für
eine Flüssigmetallanode in der Form einer Membran, mit einer
Flüssigmetallanode, die ein erfindungsgemäßes Elektronenfens-
ter aufweist, und mit einem Röntgenstrahler mit einer solchen
10 Flüssigmetallanode. Darüber hinaus befasst sich die Erfindung
mit einem Verfahren zum Betrieb eines Röntgenstrahlers mit
einer Flüssigmetallanode.

Zur Erzeugung von Röntgenstrahlen werden seit kurzer Zeit
15 Flüssigmetallanoden verwendet. Diese Technologie wird LIMAX
(Liquid Metal Anode X-Ray) genannt. Bei der Erzeugung von
Röntgenstrahlen wird die Flüssigmetallanode mit einem Elekt-
ronenstrahl beschossen. Dadurch erwärmt sich die Flüs-
sigmetallanode – wie jede bekannte feste Anode – erheblich.
20 Die entstehende Wärme muss aus dem Fokusbereich abgeführt
werden, damit sich die Anode nicht überhitzt. Dies erfolgt in
Flüssigmetallanoden mittels turbulenten Massentransports,
Konvektions-, Wärmeleitungs- und Elektronendiffusionsvorgän-
gen. Im Fokusbereich, in dem die Elektronen auf die Flüssig-
25 metallanode auftreffen, weist das Leitungssystem der Flüssig-
metallanode ein Elektronenfenster auf. Dieses besteht aus ei-
ner dünnen Metallfolie oder einem Diamantfilm, die so dünn
sind, dass die Elektronen in ihr nur einen geringen Teil ih-
rer Bewegungsenergie verlieren. Um die unterhalb des Elektro-
30 nenfensters entstehende Wärme abtransportieren zu können,
wird das flüssige Metall in einem Kreislauf umgewälzt. Die an
der Stelle des Fokus entstehende Wärme wird somit vom flüssi-
gen Metall mitgenommen. Bei der benötigten dünnen Metallfolie
besteht das Problem, dass sie instabil werden kann oder sogar
35 platzt, wenn der Flüssigkeitsdruck oder die Scherbeanspru-
chung eine vorgegebene mechanische Grenze überschreitet.

DT'S München
24.03.2006

32017.YXL.P110PC

Br/cf

2

Aufgabe der Erfindung ist es deswegen, ein Elektronenfenster zur Verfügung zu stellen, das eine höhere mechanische Stabilität aufweist und gleichzeitig dünn genug ist, um nur einen sehr geringen Teil der Elektronenenergie aufzunehmen. Darüber hinaus ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit dem eine Flüssigmetallanode, in die ein solches Elektronenfenster eingesetzt ist, betrieben werden kann.

- 10 Die Aufgabe wird durch ein Elektronenfenster mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Dadurch, dass die Membran Erhebungen und Vertiefungen aufweist, ist zum einen die Stabilität gegenüber mechanischen Beanspruchungen, wie dem Flüssigkeitsdruck in der Leitung der Flüssigmetallanode und der
- 15 Scherbeanspruchung, erhöht. Gleichzeitig kann die Membran über den überwiegenden Teil der Fläche weiterhin so dünn ausgeführt sein, dass nur ein geringer Energieverlust der hindurchtretenden Elektronen auftritt. Zum anderen werden durch die Erhebungen und Vertiefungen im Fluss des Flüssigmetalls
- 20 unterhalb des Elektronenfensters verstärkt Verwirbelungen erzeugt. Dadurch wird eine bessere Abfuhr der in der Flüssigmetallanode bei einem Beschuss mit Elektronen entstehenden Wärme erreicht. Als Membran kommen alle dünnen Gegenstände in Betracht, die auf der einen Seite stabil sind und auf der anderen Seite die sie durchdringenden Elektronen möglichst wenig in ihrer Energie schwächen. Bevorzugt werden eine Metall-
- 25 folie, ein Diamantfilm, ein keramischer Werkstoff oder ein Einkristall, insbesondere aus kubischem Bornitrid, als Membran verwendet. Erfindungsgemäß ist auch vorgesehen, dass das Elektronenfenster eine Prägestruktur aufweist und sowohl die Erhebungen als auch die Vertiefungen Teilflächen sind, die über Verbindungsflanken, die schräg oder rechtwinklig zur Flussrichtung des Flüssigmetalls ausgebildet sind, miteinander verbunden sind. Eine so ausgebildete dünne Metallfolie
- 30 kann sehr einfach hergestellt werden, da sie aus einem einzigen Teil geformt werden kann. Die Verwirbelung des Flüssig-
- 35

DTS München
24.03.2006

32017.YXL.P110PC

Br/cf

3

keitsstroms der Flüssigmetallanode wird hier durch die Erhebungen und Vertiefungen erreicht.

5 Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Vertiefungen und/oder die Erhebungen in einer virtuellen regelmäßigen Gitterstruktur angeordnet sind. Dabei ist besonders bevorzugt, dass die Vertiefungen und/oder die Erhebungen als polygonale Einheiten, insbesondere quadratische oder hexagonale Einheiten, ausgebildet sind. Solche geometrischen und symmetrischen Ausgestaltungen sind sehr einfach herzustellen und geben der Membran eine besonders hohe mechanische Stabilität.

15 Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Elektronenfenster gebogen ausgebildet ist, insbesondere wie ein Ausschnitt eines Zylindermantels. Eine solche Ausgestaltung ist zum einen sehr einfach herzustellen und zum anderen auch mechanisch sehr stabil.

20 Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Vertiefungen und/oder die Erhebungen eine Höhe im Bereich von 10 bis 250 μm , bevorzugt 50 μm , haben und die Membran eine Dicke von 5 bis 50 μm , bevorzugt 20 μm , aufweist. Durch die angegebene Höhe der Vertiefungen und/oder Erhebungen werden Wirbel erzeugt, die im selben Größenbereich liegen. Dieser Bereich entspricht im Wesentlichen der Reichweite der Elektronen im Flüssigmetall, wenn man von stark relativistischen Elektronen ausgeht. Wirbel von größerem Ausmaß sind nicht nötig, da die im Flüssigmetall erzeugte Wärme nur in dem Bereich entsteht, in den auch die Elektronen vordringen.

35 Die Aufgabe wird auch durch eine Flüssigmetallanode mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 gelöst. Erfindungsgemäß ist das Elektronenfenster so in die Leitung eingesetzt, dass die Erhebungen zum Inneren der Leitung weisen und mit dem Flüssigmetall in Kontakt sind. Durch das Einsetzen des Elektro-

nenfensters mit den Erhebungen zum Inneren der Leitung wird neben der Steigerung der mechanischen Stabilität der Membran auch gleichzeitig eine erhöhte Verwirbelung des Flüssigmetallstroms in der Flüssigmetallanode erreicht, was zu einem
5 besseren Abtransport der unterhalb des Elektronenfensters im Fokusbereich entstandenen Wärme führt.

Die weitere Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gelöst. Erfindungsgemäß werden dabei die Verwirbelungen an den Erhebungen des Elektronenfensters erzeugt. Durch die Verwirbelung des Flüssigmetallstroms wird – wie oben schon ausgeführt – der Abtransport der entstehenden Wärme in der Flüssigmetallanode unterstützt.

15 Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den Figuren dargestellten und nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch eine Flüssigmetallanode im Fokusbereich,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Elektronenfenster mit gleich großen Erhebungen und Vertiefungen.

25 In Fig. 1 wird ein schematischer Schnitt durch eine Flüssigmetallanode 2 dargestellt. In einer Leitung 9 wird entlang einer Flussrichtung 6 Flüssigmetall gepumpt. Als Flüssigmetall kommt beispielsweise BiPbInSn in Betracht. Im Bereich des Fokus der Flüssigmetallanode 2 trifft ein Elektronenstrahl 3 im Wesentlichen senkrecht auf ein Elektronenfenster 1. Dieses Elektronenfenster 1 ist als eine dünne Membran 4 ausgebildet, die die Energie der Elektronen nur gering schwächt. Die Membran ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als eine dünne Metallfolie 4 ausgebildet. Genauso gut
30 ist es möglich, einen Diamantfilm, einen keramischen Werkstoff oder einen Einkristall, insbesondere aus kubischem Bor-

nitrid, zu verwenden. Die Metallfolie 4 ist so dünn, dass sie den Elektronenstrahl 3 in seiner Energie nur geringfügig abbremsst. Sie ist aus einer Wolframlegierung, beispielsweise aus W/Re, gefertigt und weist eine Dicke von 10 μm auf. Die optimale Dicke ist allerdings stark von der Elektronenenergie abhängig. Die Elektronenenergie wird durch das Flüssigmetall aufgenommen und es entsteht Röntgenstrahlung (nicht gezeigt).

Gleichzeitig entsteht in dem Gebiet, in dem der Elektronenstrahl 3 seine Energie an das Flüssigmetall abgibt, ein erwärmter Bereich 8. Die Wärme des erwärmten Bereichs muss abgeführt werden, um eine Überhitzung der Flüssigmetallanode 2 zu vermeiden. Die Kühlung erfolgt dadurch, dass das Flüssigmetall über eine Pumpe (nicht gezeigt) durch die Leitung 9 entlang der Flussrichtung 6 umgewälzt wird. Der Abtransport der entstandenen Wärme erfolgt durch Konvektion, thermische Leitung im Flüssigmetall und Elektronendiffusion.

Mittels eines erfindungsgemäßen Elektronenfensters 1 (nähere Einzelheiten s. Fig. 2) werden aufgrund der Erhebungen 10 und der Vertiefungen 11 in der laminaren Strömung des Flüssigmetalls entlang der Flussrichtung 6 verstärkt Verwirbelungen 5 erzeugt. Dies wird anhand des Flussgeschwindigkeitsvektors 7 verdeutlicht. Man erhält dadurch eine gute Abführung der unterhalb der Metallfolie 4 des Elektronenfensters 1 entstandenen Wärme in Richtung der Flussrichtung 6. Um eine solche Durchmischung von kaltem und heißem Flüssigmetall zu erreichen, und gleichzeitig einen guten Abtransport aufgrund der Pumpleistung zu erhalten, reichen Flussgeschwindigkeiten des Flüssigmetalls im Bereich von einigen 10 m s^{-1} aus.

In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Metallfolie 4 dargestellt, die auf der einen Seite zu der oben beschriebenen Wirbelbildung führt und somit zu einer Verbesserung des Abtransports der entstehenden Wärme aus dem erwärmten Bereich 8 beiträgt, aber gleichzeitig auch zu einer erheblichen Erhöhung der mechanischen Steifheit der Metallfo-

DTS München
24.03.2006

32017.YXL.P110PC

Br/cf

6

lie 4 beiträgt. Diese mechanische Steifheit ist besonders wichtig, da sie den begrenzenden Faktor für die maximale Leistungsstärke bildet, mit der die Röntgenquelle betrieben werden kann. Wird die mechanische Stabilität der Metallfolie 4 erreicht oder überschritten, wird diese aufgrund des Flüssigkeitsdrucks oder der Scherbeanspruchung instabil oder zerbricht sogar. Es gibt allerdings oberhalb des elastischen Verformungsbereichs bei Metallfolien noch einen plastischen Verformungsbereich, so dass eine gewisse Sicherheitszone gegeben ist. Dies ist bei einer Membran aus Keramik nicht der Fall, da diese beim Überschreiten des elastischen Verformungsbereichs zerspringt.

Aufgrund der Verwirbelung 5 wird eine gute Vermischung von heißem und kaltem Flüssigmetall erreicht.

Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Metallfolie 4 weist eine gebogene Oberfläche auf. Anders als eine plane Metallfolie 15 (die als Referenz dargestellt ist) mit aufgesetzten Rippen (nicht dargestellt) ist diese Metallfolie 4 nach einem anderen Prinzip geformt. Die dargestellte Struktur wird beispielsweise durch einen Prägevorgang erreicht. Im Längsschnitt ist gut zu erkennen, dass die Vertiefungen 11 alle auf einer gemeinsamen Oberfläche, die im Wesentlichen auf einem Zylindermantel liegen angeordnet sind. Auch die Erhebungen 10 liegen alle auf einem Zylindermantel jedoch beabstandet zu den Vertiefungen 11. Jeweils nebeneinander liegende Erhebungen 10 und Vertiefungen 11 sind über jeweils eine Verbindungsflanke 13 miteinander verbunden. Eine solche Struktur wirkt selbststabilisierend, so dass sie eine bedeutend höhere mechanische Stabilität aufweist als die als Referenz angegebene plane Metallfolie 15. Das Flüssigmetall, das entlang der Flussrichtung 6 auf die Erhebungen 10 trifft, wird – genauso wie oben beschrieben – verwirbelt. Dadurch ergeben sich die oben genannten Vorteile für die Abführung der unterhalb des Elektronenfensters 1 entstandenen Wärme.

Im Allgemeinen gilt, dass Verwirbelungen 5 immer mit einem Massentransport einhergehen und somit die turbulente Leitfähigkeit relativ zur thermischen Leitfähigkeit erhöhen, die
5 unter laminaren Flussbedingungen gemessen werden. Dadurch ermöglicht eine Flüssigmetallanode 2 mit einem erfindungsgemäßen Elektronenfenster 1 höhere Elektronenstromleistungen. Diese Eigenschaft ist insbesondere bei der industriellen zerstörungsfreien Analyse wichtig, um die Messzeit für die Un-
10 tersuchung einer Reihe von Objekten zu reduzieren.

Bezugszeichenliste

1	Elektronenfenster
2	Flüssigmetallanode
3	Elektronenstrahl
4	Membran, insbesondere Metallfolie
5	Verwirbelung
6	Flussrichtung
7	Flussgeschwindigkeitsvektor
8	Erwärmter Bereich
9	Leitung
10	Erhebung
11	Vertiefung
13	Verbindungsflanke
14	Virtuelle Gitterstruktur
15	Plane Metallfolie

Patentansprüche

1. Elektronenfenster (1) für eine Flüssigmetallanode (2) in
5 der Form einer Membran (4), die Erhebungen (10) und Vertiefungen (11) aufweist, wobei es eine Prägestruktur aufweist und sowohl die Erhebungen (10) als auch die Vertiefungen (11) Teilflächen sind, die über Verbindungsflanken (13), die schräg oder rechtwinklig zur
10 Flussrichtung des Flüssigmetalls ausgebildet sind, miteinander verbunden sind.
2. Elektronenfenster (1) nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (4) aus einer Metallfolie, einem Diamantfilm, einem keramischen Werkstoff oder
15 einem Einkristall, insbesondere aus kubischem Bornitrid, besteht.
3. Elektronenfenster (1) nach einem der vorstehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefungen (11) und/oder die Erhebungen (10) in einer virtuellen regelmäßigen Gitterstruktur (14) angeordnet sind.
20
4. Elektronenfenster (1) nach einem der vorstehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefungen (11) und/oder die Erhebungen (10) als polygonale Einheiten, insbesondere quadratische oder hexagonale Einheiten, ausgebildet sind.
25
5. Elektronenfenster (1) nach einem der vorstehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es gebogen ausgebildet ist, insbesondere wie ein Ausschnitt eines Zylindermantels.
30
6. Elektronenfenster (1) nach einem der vorstehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefungen (11) und/oder die Erhebungen (10) eine Höhe im
35

Bereich von 10 bis 250 μm , bevorzugt 50 μm , haben und die Membrane (4) eine Dicke von 5 bis 50 μm , bevorzugt 20 μm , aufweist.

- 5 7. Flüssigmetallanode (2) mit einer Pumpe, einer Kühlung, einer Leitung (9) und einem Flüssigmetall, das mittels der Pumpe durch die Leitung (9) pumpbar ist, wobei in der Leitung (9) einen Anodenmodul angeordnet ist, in welches ein Elektronenfenster (1) nach einem der vorste-
- 10 henden Ansprüche eingesetzt ist, wobei das Elektronenfenster (1) so in die Leitung (9) eingesetzt ist, dass die Erhebungen (10) zum Inneren der Leitung (9) weisen und mit dem Flüssigmetall in Kontakt sind.
- 15 8. Röntgenstrahler mit einer Elektronenquelle zur Emission von Elektronen und einem beim Auftreffen der Elektronen Röntgenstrahlen emittierenden Flüssigmetallanode (2) nach Patentanspruch 7.
- 20 9. Verfahren zum Betrieb eines Röntgenstrahlers mit einer Flüssigmetallanode (2) und einem Elektronenfenster (1) gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 6, bei dem während der Erzeugung von Röntgenstrahlung im Fluss des Flüssigmetalls unterhalb des Elektronenfensters (1) verstärkte
- 25 Verwirbelungen (5) an den Erhebungen (10) des Elektronenfensters (1) erzeugt werden.

Br/cf

Fig.2